

The Ancient Maze: Joc en primera persona

Sergi Ledesma Sánchez

Resum— The Ancient Maze és un projecte que tracta de la creació d'un videojoc per ordinador, en primera persona, per un sol jugador. L'aventura ofereix a l'usuari un entorn laberíntic capaç de captivar-lo. Les condicions per progressar l'obliguen a fer ús de l'enginy i l'orientació per descobrir i complir els objectius que se li presenten. A la vegada, haurà de fugir sense perdre les referències espacials per evitar morir a mans del Guardià del Laberint.

Partint d'una sèrie requeriments s'han dut a terme totes les fases necessàries per a la realització del projecte que inclouen la conceptualització del joc, el disseny de l'art involucrat, la implementació del gameplay, els tests i l'exportació del joc en un format executable.

Paraules clau— Videojoc, intel·ligència artificial, Unreal Engine 4, Blender, 3D, primera persona, un sol jugador, PC, gameplay, test de gameplay, aventura, orientació, laberint.

Abstract—The Ancient Maze is a project about a first person single player PC videogame development. The adventure brings the user into a captivating labyrinth environment where only his orienteering skills and his astuteness will allow him to discover and accomplish the game objectives. At the same time, he will have to avoid the Maze Guardian or he will die. Attending to the initial requirements, all the necessary development stages have been completed, including game concept, art design, gameplay implementation, game testing and game packaging in an executable file.

Index Terms—Videogame, artificial intelligence, Unreal Engine 4, Blender, 3D, first person, single player, PC, gameplay, testing, adventure, orienteering skills, maze, labyrinth.



1 INTRODUCCIÓ

Les ganes d'aprendre i adquirir experiència en el món dels videojocs fets per desenvolupadors i companyies independents, afer al que em voldria dedicar a temps complet en un futur pròxim, m'han portat a triar aquest projecte. A més, he procurat utilitzar software usual en la indústria, que em doni experiència en el sector.

Val a dir que el "sector" no és cosa petita, doncs la indústria dels videojocs mou milions d'euros a l'any i competeix de tu a tu amb la indústria cinematogràfica[1].

El joc en qüestió és del gènere d'aventura, en el que el protagonista s'enfronta a un destí no previst, amb puzles que provaran el seu enginy. És molt adequat perquè el jugador pugui experimentar una vivència intensa pel repte que significa i pel risc involucrat, evitant a la vegada pèrdua d'interès.

Pel que fa al desenvolupament del videojoc, cal destacar que al tractar-se d'un sol desenvolupador havia de buscar alternatives i fixar-me objectius ambiciosos però assolibles. És per aquest motiu que l'entorn i les mecàniques del personatge estan adaptades a les capacitats i en el temps acordat. S'ha escollit un laberint per poder oferir un entorn gran, realista i a la vegada fàcil de construir des de zero.

Com a referents de joc s'ha pres Bioshock[2] i Kholat[3] entre d'altres, per la sensació inicial de soledat que ofereixen, d'estar completament perdut en un lloc nou i fran-

cament incòmode, i per les mecàniques de jugabilitat.

1.1 Objectius del projecte

L'objectiu principal del projecte consisteix en dissenyar, implementar i testear un videojoc per ordinador, amb la intenció futura de publicar una versió jugable.

Els aspectes i característiques que es volen complir són:

- Treballar tots els aspectes relacionats amb el desenvolupament de videojocs, incloent tant la implementació del gameplay i el disseny de l'art 3D, com modelat d'objectes i d'entorn 3D.
- Ús i aprenentatge d'UE4 (Unreal Engine 4[4]) com a eina de disseny i implementació de gameplay.
- Proposar al jugador un problema la resolució del qual requereix unificar una sèrie d'elements dispersos fent un ús important de la seva capacitat d'orientació.
- Empaquetar el videojoc en un conjunt de fitxers exportable i jugable en qualsevol ordinador de gama mitjana/alta.

1.2 Eines utilitzades

Per tal d'acomplir els objectius del projecte s'ha fet ús de diverses eines actuals i gratuïtes molt utilitzades en el sector del desenvolupament de videojocs d'empreses independents. Entre elles en destaquem:

- **Unreal Engine 4:** Motor de joc d'ordinador i consoles desenvolupat per Epic Games amb capacitat per integrar tots els elements de joc i implementar el gameplay amb grans resultats en rendibilitat i eficàcia. Ofereix la possibilitat de treballar amb Blueprint Visual Scripting[5], sistema de progra-

-
- E-mail de contacte: sergi.ledesmasanchez@gmail.com
 - Menció realitzada: Enginyeria del Software.
 - Treball tutoritzat per: Enric Martí Gòdia (Ciències de la Computació)
 - Curs 2015/16

mació basat en C++, que s'explicarà més endavant dins d'aquest document. El projecte en qüestió s'ha desenvolupat amb la versió 4.8.3.

- **Blender**[6]: Software de codi lliure utilitzat pel modelat d'objectes i elements de joc 3D. Permet exportar el contingut desenvolupat en format FBX, l'utilitzat per models 3D en UE4.
- **Audacity**[7]: Programa utilitzat per enregistrament i edició d'àudio, des d'efectes de so fins a sons ambientals.

1.3 Metodologia i planificació

Davant del tipus de projecte plantejat s'ha optat per utilitzar una metodologia modular basada en objectius. Cada element de l'escena s'ha dissenyat i s'ha integrat en el gameplay, se n'ha estudiat la viabilitat i s'ha provat per tal de valorar si era considerat vàlid, si s'havia de modificar o es descartava.

A més, en funció dels objectius plantejats en cada iteració de temps variable, es determina el temps dedicat a cada tasca. És per aquest motiu que certes tasques com l'art i la implementació funcionen en paral·lel, i els seus terminis es modifiquen en vista dels progressos i les expectatives.

La planificació escollida presenta una sèrie d'objectius a complir en els períodes establerts.

Partint d'una anàlisi de videojocs semblants, i havent-ne fet una caracterització prèvia i una comparativa, es van perfilar aspectes del videojoc.

Seguidament es va desenvolupar un Game Concept & Design Document (GDD) de més de vint pàgines que inclou tota la informació rellevant referent al joc, detalla tots els aspectes de disseny i ofereix una idea completa i global del joc, així com la concreció d'aspectes més específics.

Com es veu a la **figura 1**, es va optar per concedir la major part del temps a la implementació del gameplay, tasca que inclou la integració dels elements artístics i la implementació del videojoc.

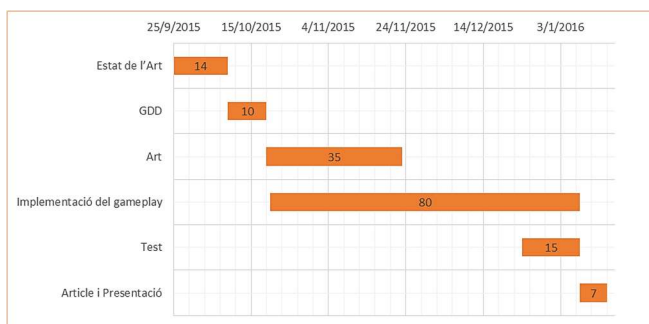


Figura 1. Diagrama de Gantt final.

Donat que la metodologia ha seguit un model iteratiu, la planificació en diagrama de Gantt tan sols serveix per fer-se una idea dels temps dedicats a cada tasca general, malgrat que dins de la tasca d'art i la d'implementació s'executaven tests per a cada fita assolida i es valorava la seva viabilitat.

Els continguts de l'article es detallen a continuació.

La secció 2 inclou un resum del GDD.

La secció 3 descriu tots els elements artístics involucrats i n'explica el seu disseny i implementació.

La secció 4 explica el conjunt d'elements que confeccionen el gameplay i com se n'ha dut a terme la implementació, a més d'aportar una visió global del software desenvolupat.

La secció 5 conté informació detallada sobre les proves realitzades per tal de validar el videojoc i millorar-ne certs aspectes, a més d'explicar els resultats obtinguts.

La 6 dona una valoració global a mode de conclusió i especifica una sèrie de possibles millores a desenvolupar.

2 GAME CONCEPT

The Ancient Maze és un videojoc single-player en primera persona que introdueix al jugador en una experiència d'exploració en solitari.

Atrapat dins d'un laberint, haurà de trobar la sortida descobrint racons i solucionant un puzzle. Sense comptar amb cap tipus d'arma, no li quedarà altre recurs que esquivar el guardià de l'estructura, que el perseguirà implacablement al llarg de l'experiència.

L'entorn de joc consisteix en un laberint de parets enormes, perdut enmig del desert, que posa al jugador en una situació incòmode i gairebé claustrofòbica. Haurà de mantenir la ment freda i utilitzar el seu sentit de l'orientació per descobrir quines són les accions que el permetran fugir, i quins els estímuls que li indicaran si va o no pel bon camí.

2.1 Història

El protagonista viatja en un avió comercial sobrevolant una zona desèrtica quan, per culpa d'una tempesta de sorra, l'avió pateix un greu accident i s'estavella.

Es desperta en plena tempesta, davant les restes de l'accident i com a únic supervivent, i decideix buscar refugi en un misteriós edifici aparentment ocult i conservat al llarg dels temps.

A mesura que s'hi endinsa les portes es van tancant darrere seu. Sense alternativa, continua fins a trobar-se atrapat dins d'un enorme laberint de parets gegantines del qual haurà d'intentar escapar.

Per aconseguir-ho, haurà de resoldre un puzzle que consisteix en recollir una sèrie de peces perdudes pel mapa, tot esquivant i fugint del Guardià del Laberint, una criatura d'aspecte pertorbador. Si aconsegueix col·locar les peces al seu lloc, a l'altar d'una plaça situada al centre de l'edificació, se li obriran les portes a la llibertat.

2.2 Anàlisi de joc

The Ancient Maze és un joc de ficció basat en l'experiència de joc i les capacitats del jugador. Aquest es veurà obligat a comprendre l'entorn i fer ús de la seva capacitat d'orientació per trobar la solució a l'entrellat proposat. Es calcula en total una hora de temps de joc.

El nom sorgeix de la història de fons no explicada durant l'aventura. L'edifici va ser construït per una civilització passada amb la finalitat de servir com a prova per nomenar al successor del seu líder.

2.3 Seqüència de joc

El joc segueix una seqüència lineal des de l'inici. Es mostra el menú principal i, escollint l'opció de jugar, es visualitza una escena introductòria que permet entendre el marc de l'experiència.

Seguidament s'obté control del personatge i, intentant orientar-se entre la boira, es troba la porta d'entrada al laberint.

Un cop dins, s'explora l'entorn i es troba la plaça central amb un mapa amb quatre figures estranyes.

Des d'aleshores l'objectiu és recollir cadascuna de les quatre peces perdudes dins del laberint d'una en una i col·locar-les al seu lloc, a l'altar.

Un cop complerts els objectius s'obre la porta de sortida i, en travessar-la, s'acaba el joc.

2.4 Elements de joc

El principal element que identifica el videojoc i determina com es juga és el laberint, desenvolupat a partir d'esborranys (figura 2) i d'un prototip propi fet amb peces de Lego. Després de realitzar un estudi exhaustiu dels tipus de laberints, se n'ha dissenyat un de multicursal amb connexions múltiples[8], és a dir, amb múltiples recorreguts i amb seccions del traçat no connectades al perímetre, la resolució del qual comporta un important nivell de complexitat.

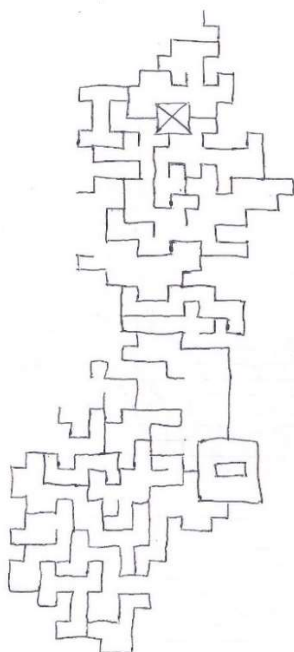


Figura 2. Concepte, vista general del laberint.

Un altar situat al centre de la plaça del mig del laberint serveix com a referència geogràfica principal. En ell, a la part superior, s'hi pot apreciar el mapa que indica en quina direcció es troba cada una de les peces a recollir, i a cada costat disposa d'un encaix on col·locar-les.

A més, canvis climatològics modifiquen l'experiència del jugador, fent-la cada cop més tensa i anginant.

Pel que fa a personatges, el protagonista té el perfil d'un home jove, enginyós i amb bones capacitats físiques.

El Guardià del Laberint és l'antagonista que persegueix al jugador durant l'aventura, i el mata quan l'atrapa. L'aspecte fred, mecànic, inhumà, impertorbable i inaccessible, generen en el jugador una sensació de tensió, inquietud, nerviosisme i por.

2.5 Control del personatge

El personatge principal es controla com la gran majoria de jocs en primera persona. Les tecles utilitzades són:

W-A-S-D: Per desplaçament del personatge.

ESPAI: Per saltar.

SHIFT: Per córrer, mecànica que serveix durant un temps limitat, després del qual s'haurà d'esperar per recuperar l'esma.

E: Interacció amb objectes.

F: Activar i desactivar la llanterna.

P/ESC: Pausar el joc.

Desplaçament del ratolí: Rotar càmera.

Botó dret del ratolí: Zoom.

2.6 Interfície d'usuari

Després d'una considerable reflexió, es va decidir no incloure cap element en el HUD, com ara objectes recollits, vides o barra d'estamina.

El motiu és poder aconseguir un major realisme, doncs es pretén que el jugador visqui l'experiència de forma intensa, que es transporti a l'entorn virtual i esculli els camins de l'aventura de forma directa, sense barreres o elements que puguin trencar-li la immersió.

Sí que s'inclouen, però, textos d'ajuda per interactuar amb objectes i aprendre el funcionament de la llanterna o de l'esprint.

2.7 Disseny de menús

Un menú inicial ofereix al jugador la possibilitat de modificar paràmetres de configuració, que consisteixen en la resolució del joc i el fet d'executar-lo o no a pantalla completa. A més, també es pot accedir a la secció de crèdits amb informació de contacte del desenvolupador, i iniciar o sortir del joc.

Un cop dins del joc i en control del personatge principal es pot parar en qualsevol moment i accedir al menú de pausa, que ofereix els paràmetres de configuració, a més de les opcions de continuar jugant i sortir al menú principal.

2.8 Respawn

En cas de ser atrapat pel Guardià del Laberint, el personatge principal mor instantàniament, i reapareix al cap de pocs segons a la plaça central. En cas de portar una peça, la perdrà i haurà de tornar a recollir-la.

Disposarà d'intents il·limitats, ja que l'objectiu consisteix en oferir un repte d'orientació i de capacitat d'esquivar l'antagonista. No hi ha sistema de puntuació, doncs l'objectiu no és competir, sinó viure l'experiència.

2.9 Música i efectes de so

La música d'ambient pretén posar al jugador en tensió i incomodar-lo. En ser detectat pel guardià, un ritme amb

percussió ha de fer-li notar que està en una situació perillosa.

Per altra banda, els efectes de so intenten donar coherència i realisme a l'entorn. També han de servir per incrementar la resposta emocional del jugador i proporcionar-li pistes o indicis del camí a seguir.

3 DESENVOLUPAMENT DE L'ART 3D

L'explicació de l'art 3D desenvolupat es divideix en dues seccions clarament diferenciades. La primera és referent a l'entorn de joc, i la segona als elements que aquest conté.

3.1 Entorn

En aquest apartat s'expliquen els tres diferents entorns que es troben en el videojoc per ordre d'aparició: l'exterior, la transició i l'interior.

3.1.1 Exterior

Zona on comença l'aventura. Consisteix en un desert en plena tempesta de sorra. El vent i la boira no deixen ni veure el cel, i tan sols s'hi poden trobar les restes de l'accident i la porta d'entrada a una construcció antiga.

Tota aquesta zona ha estat dissenyada amb l'editor de terreny d'Unreal anomenat Landscape Terrain Editor[9], i s'ha texturat amb materials de l'Starter Content[10].

Els desnivells de terreny i la boira pretenen donar la sensació al jugador d'estar completament perdut, i el forcen a explorar l'entorn per progressar.

Dues torxes a la porta principal el guien a l'estructura, la porta de la qual s'obre automàticament en apropar-s'hi.

A terra, una llanterna que podrà recollir li farà servei en diferents moments de l'aventura.

3.1.2 Transició

Camí d'entrada al laberint. Dóna peu al jugador a adquirir consciència de la immensitat de l'edifici en el qual s'està endinsant.

En travessar la porta d'entrada, aquesta es tanca darrera seu deixant-lo atrapat i a les fosques. Pocs instants després una sèrie de torxes s'encenen progressivament oferint a l'usuari la visió de les escales de pujada fins a una trapa igualment tancada. No és fins que s'hi apropa que aquesta s'obrirà i li donarà pas al laberint en si.

Les parets d'aquesta secció s'han modelat a partir de l'editor de Binary Space Partitioning *brushes* (BSP[11]) d'Unreal, a més de modelar amb Blender la base de les torxes que il·luminen el camí. El sostre, de parets altes, crea sensació de soledat, i les escales ascendents porten a un entorn completament nou i per descobrir.

3.1.3 Interior

El laberint es l'entorn en el que es desenvolupa la major part de la història. La seva estructura i el seu mapejat s'han dissenyat a partir d'una sèrie de prototips que han permès modificar-ne la complexitat per tal de facilitar o dificultar certes rutes per així obtenir una experiència de joc més adequada a cada moment. Cal destacar que s'ha

optat per un laberint amb illes (seccions del traçat dins del laberint no connectades al perímetre) per evitar que pugui ser resolt amb la tècnica de la mà a la paret.

A la **figura 3** es pot veure el mapa complet del laberint. La plaça del centre és la zona on es col·loquen les diferents peces, a la vegada que serveix de refugi pel jugador, doncs és on el Guardià no pot accedir. Cada un dels punts vermells són les localitzacions de cadascuna de les peces, amb entorns característics per a cada una i amb dificultat incremental a l'hora de localitzar-les i evitar topar amb l'antagonista.

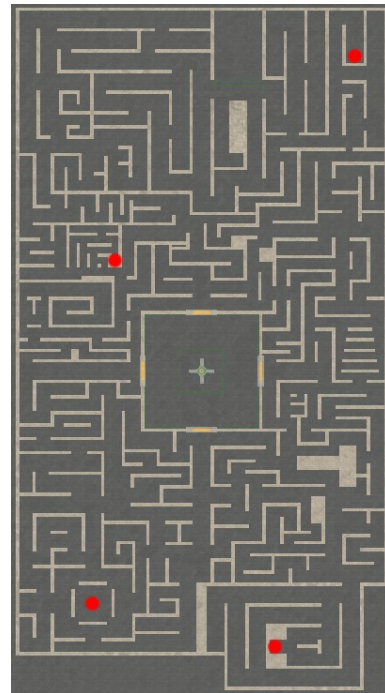


Figura 3. Planta del laberint.

3.2 Elements de joc

En aquest apartat s'expliquen els elements de joc dissenyats, dividits en diferents apartats: estructures, sistemes de partícules, torxes i bol de foc, peces a recollir, Guardià del Laberint i So, música i post-processament.

3.2.1 Estructures

Totes les parets s'han dissenyat editant volums BSP i texturant-les amb contingut de l'Starter Content. Els materials han estat modificats per donar un aspecte de construcció enorme, antiga i desolada.

Els marcs de les portes s'han configurat amb la combinació de volums additius i substractius, i les portes són blocs texturats configurats per ser mòbils.

Les escales de l'entrada i la sortida del laberint s'han editat a partir del model Stair3RD[12] publicat per un usuari als fòrums d'Unreal. Modificant els paràmetres i afegint volum de col·lisions s'ha aconseguit que tinguin l'aspecte desitjat i puguin ser transitables. El seu aspecte es pot apreciar a la **figura 4**, que consisteix en l'entorn de transició entre l'escenari desèrtic exterior i el laberint en si mateix amb les torxes que guien a l'usuari.



Figura 4. Entrada al laberint.

Per altra banda, s'ha dissenyat en Blender un altar a la part superior del qual es pot trobar un mapa orientatiu del laberint. El seu model, vist a la **figura 5**, consta de quatre solcs on col·locar cadascuna de les peces recollides, i té escales per poder visualitzar el mapa de la part superior.

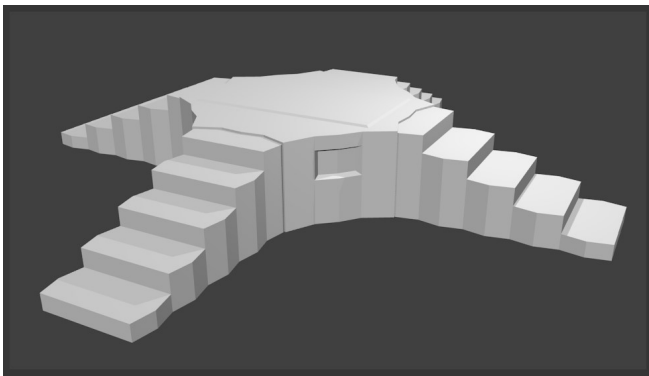


Figura 5. Model de l'altar.

El mapa consta d'un botó interactiu que permet iniciar la recerca de les peces. En ser activat, mostra, il·luminant-se, la localització aproximada de la peça a recollir i el símbol que té gravat. Un cop la primera sigui col·locada al seu lloc, s'il·lumina la segona i així successivament fins a completar l'altar.

Després de prémer el botó del mapa i cada cop que es col·loca una peça al seu lloc es mostra una cinemàtica que revela la següent peça a recollir, emplaçada sobre el seu suport (**figura 6**).

Tant les animacions dels suports de les peces com les del botó del mapa, les portes i les trapes han estat editades amb el mòdul d'Unreal anomenat Matinee & Cinematics[13], que permet, a partir de fotogrames clau, executar interpolacions de moviment d'objectes. Així, també s'han pogut afegir càmeres per visualitzar la cinemàtica.

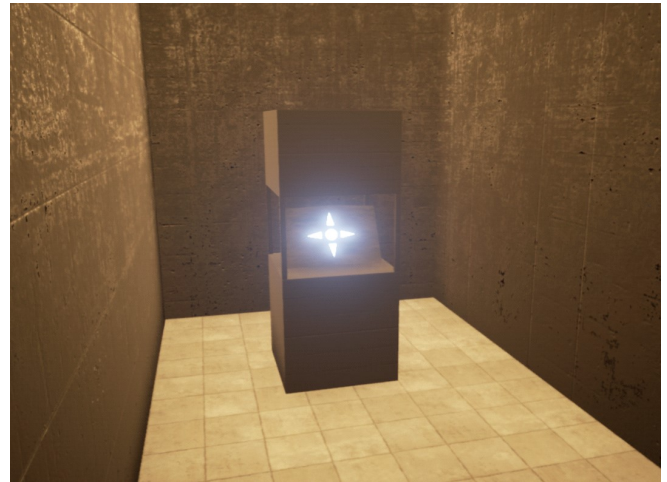


Figura 6. Primera peça sobre el seu suport.

3.2.2 Sistemes de partícules

S'han utilitzat sistemes de partícules en cascada[14] per representar foc, fum, boira exterior i pluja. Modificant paràmetres de l'editor, visible a la **figura 7**, s'ha aconseguit en cada cas l'efecte desitjat.

Cada llista de la imatge correspon a un mòdul diferent, un emissor. El conjunt d'emissors generen l'efecte desitjat, podent realitzar innumerable combinacions amb resultats completament diferents.

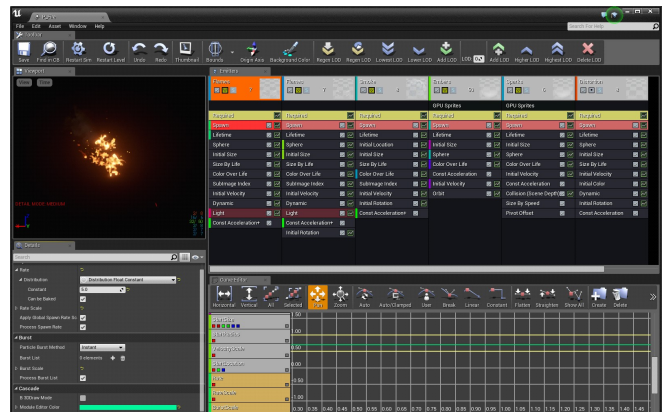


Figura 7. Editor de sistemes de partícules.

Des de l'editor de nivells s'ha tingut accés a l'activació i desactivació dels sistemes de partícules, utilitzats per exemple a l'entorn de transició, en encendre's les torxes.

En el cas de la pluja, per no carregar la GPU, s'ha utilitzat un sistema de partícules cilíndric situat sobre el personatge amb un radi suficientment gran com per no apreciar-se gairebé el fet que tan sols plogui sobre ell, com es demostra a la **figura 8**.

A la imatge, la càpsula correspon al volum que ocupa el personatge, on hi ha acoblada la càmera, el focus que genera la llum de la llanterna, i el sistema de partícules seleccionat, part del qual es veu a la imatge (en groc).

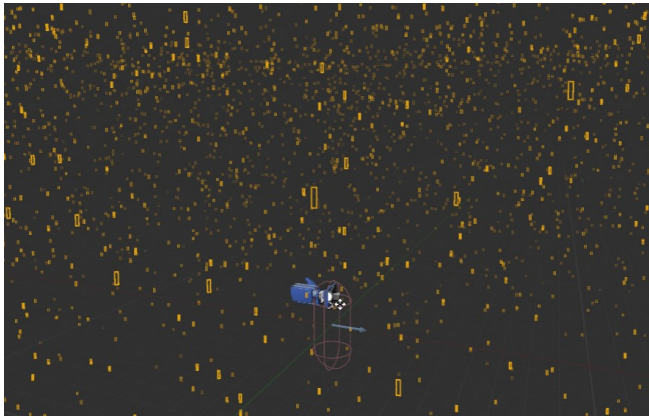


Figura 8. Detall de pluja sobre el personatge.

3.2.3 Torxes i bol de foc

S'ha modelat en Blender un pal de torxa emplaçada a les parets, i s'ha utilitzat aquest mateix model com a tronc en els bols de foc també dissenyats en el mateix programa. A la figura 9 es pot apreciar el conjunt havent-hi afegit un sistema de partícules de foc.



Figura 9. Bol de foc in-game.

3.2.4 Peces a recollir

Les peces han estat modelades en Blender. Partint de la forma que encaixa amb l'altar, s'han dissenyat quatre icones distintives, cada una corresponent a les condicions meteorològiques del moment de recollida.

El distintiu en qüestió brilla gràcies a la creació, amb l'editor de materials[15] d'Unreal, d'una textura amb component emissiu que varia amb el temps fent ús de l'event tick[16], que es crida un cop per fotograma i permet donar un efecte de pulsació.

3.2.5 Guardià del Laberint

El model i les animacions del Guardià del Laberint s'han obtingut a partir del patró de Third Person Shooter[17] ofert per Unreal Engine. S'han realitzat modificacions per tal d'afegir sons de petjades, augmentar-ne la mida, fer coincidir les animacions amb la velocitat del personatge, etc. També se n'han modificat els materials per donar-li un aspecte metàl·lic, no humà, desprietat i mancat de sentiments i emocions (figura 10).



Figura 10. Guardià del laberint.

3.2.6 So, música i post-processament

Sons i música han estat extrets de pàgines web[18] amb oferta de contingut sense copyright o bé gravats amb Audacity. Alguns s'han modificat per permetre executar loops continus.

Per altra banda, amb volums de post-processament, s'han realitzat modificacions a l'escena que afecten a la captació de llum, modificant la percepció visual de l'escena, a la interacció amb aquesta i a l'adaptació de l'ull al canvi de lluminositat, que dóna realisme al joc.

4 GAMEPLAY

S'ha dissenyat un diagrama de mòduls, visible a la figura 11 i explicat a continuació.

L'usuari executa un input, ja sigui amb teclat, ratolí o comandament, que és transmès al mòdul IA. Aquest controla la lògica de programa, és a dir, tots els processos que s'executen simultàniament per tal que l'input provoqui un efecte dins el joc.

El mòdul IA interactua amb el mòdul del Model, que modifica, desplaça, afegeix o elimina els elements de joc, i que a la vegada retorna informació sobre les dades referents a cada element de joc i les seves interaccions al seu predecessor.

Tant el Model com la lògica de programa poden comportar modificacions en el mòdul de Renderitzat, ja que es veuran afectats la il·luminació global, l'ombrejat diferit o els sistemes de partícules entre d'altres.

Un cop renderitzada l'escena passa pel mòdul d'Interfície Gràfica d'Usuari (GUI), que retornarà al jugador tots els fotogrames i, en aquest cas, sense afegir informació addicional, ja que s'ha optat per no utilitzar cap mena de HUD excepte textos d'ajuda puntual.

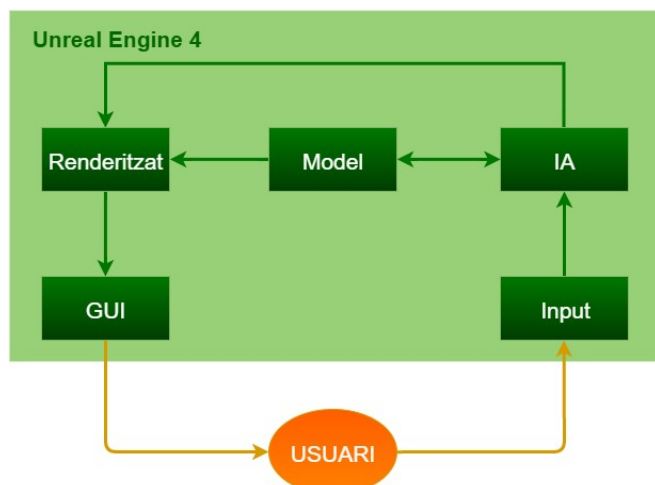


Figura 11. Diagrama modular del gameplay.

El llenguatge utilitzat en el desenvolupament del gameplay ha estat el Blueprint Visual Scripting, sistema de mòduls correlacionats d'Unreal, que ofereix de forma visual la capacitat per programar totes les mecàniques i funcionalitats desitjades. Com a exemple explicatiu del llenguatge, a la figura 12 es pot veure part d'un script molt simple del personatge principal que en controla la velocitat, *Sprinting Mechanic*.

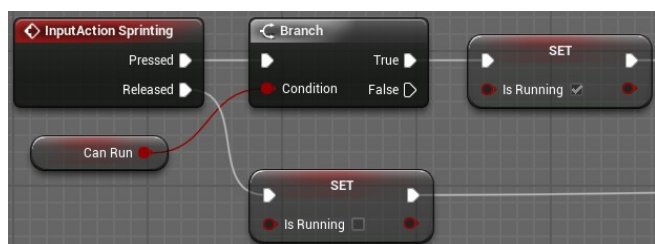


Figura 12. Detall de l'script *Sprinting Mechanic*.

L'execució de l'script s'inicia amb l'event d'input, produït al prémer el botó d'esprint (*InputAction Sprinting*). Les línies blanques determinen la seqüència d'execució dels nodes relacionats.

En ser activat l'event en la modalitat *Pressed* (el botó és pressionat), s'entra en un node condicional anomenat *Branch*, que avalua el valor d'un booleà definit per nosaltres, *CanRun*. El valor d'aquesta variable determina si el personatge pot córrer o està cansat. En cas de ser *true*, es dona valor *true* a una altra variable booleana, *IsRunning*, i es segueix amb l'execució de la resta del mòdul.

Per altra banda, si el jugador allibera la tecla, es torna a *false* *IsRunning*.

El llenguatge ofereix una enorme diversitat de mòduls predefinits (macros, events, funcions, etc.) permetent a la vegada crear-ne tants com es vulgui.

A més, l'editor defineix un codi de colors molt intuïtiu, associant el vermell amb variables booleans, verd amb floats, groc amb vectors, etc.

Aquest sistema de nodes interrelacionats és el que s'ha utilitzat per programar totes les mecàniques i funcionalitats del joc.

Seguidament s'expliquen cada un dels mòduls de ga-

meplay, començant per la IA, i continuant per l'Input, el Model, el Renderitzat i la GUI.

4.1 IA

El mòdul d'IA és el que ha requerit de més dedicació per dur a terme el joc, i la seva explicació es centra en els elements més importants i complexos d'implementar: el personatge principal, el Guardià del Laberint i els objectes interactuables.

4.1.1 Personatge Principal

El personatge a controlar durant l'experiència s'ha implementat amb una sèrie de scripts integrats en una sola classe Blueprint.

Malgrat no llegir-se el text clarament, a la figura 13 es pot veure l'script *Sprinting Mechanic*.

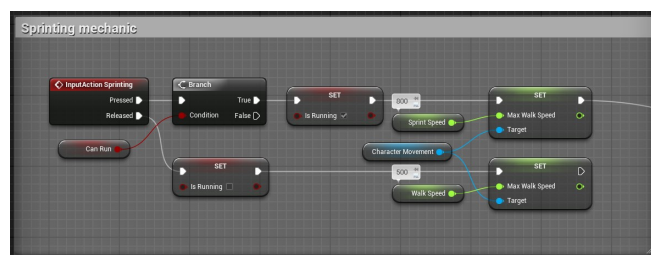


Figura 13. Script *Sprinting Mechanic*.

El funcionament és el següent:

Partint de l'explicació anterior (figura 12) en què es modifica la variable *IsRunning*, en cas d'estar corrent (*IsRunning true*) es modifica la variable *MaxWalkSpeed*, associada a la velocitat de desplaçament de l'actor[19] personatge principal, donant-li el valor d'una variable float creada, *SprintSpeed*.

Quan es deixa de córrer, es retorna la velocitat del personatge al valor de la variable creada *WalkSpeed*.

Com a apunt adicional, al *branch* que comprova el valor de *CanRun*, en cas de ser *false* no es retorna a *WalkSpeed* la velocitat del personatge donat que ja s'efectua en un altre mòdul i resultaria ser codi redundant.

En el cas del personatge principal, es compta amb aquest llistat de scripts:

- **Mouse Input:** Control de la guinyada (*Yaw*) i capcineig (*Pitch*) al moure el ratolí.
- **Movement Input:** Control de desplaçament del personatge al rebre input de moviment (*WASD*).
- **Flashlight:** Fer ús de la llanterna en cas d'haver-la recollit prèviament. Inclou so i relaciona la rotació del component focus de llum amb la rotació de la càmera per enfocar la llanterna allà on es mira.
- **Sprinting Mechanic:** Script explicat a la figura 13.
- **Sprinting Headbob:** Moviment de la càmera accentuat que es produeix en esprintar.
- **Stamina for sprinting mechanic:** Control de la davallada i la recuperació de la resistència del personatge al córrer.
- **Footsteps:** Script que executa el so de les passes en funció de si s'està corrent o caminant.

- **Pause menu:** Accés al menú de pausa implementat com un widget independent i configuració del mode d'entrada com a exclusivament d'interfície d'usuari.

4.1.2 Guardià del laberint

L'element més complex i difícil d'implementar, consta de model, materials, animacions, arbre de comportament (*Behavior Tree*), i una sèrie de blueprints independents que en permeten completar les funcionalitats.

Un total de quatre Guardians idèntics a ulls de l'usuari apareixen al llarg de l'aventura de forma no simultània, amb paràmetres diferents que augmenten la dificultat del joc i amb diferents punts de ruta per patrullar entorn la peça objectiu en cada moment.

Partint de l'arbre de comportament amb el que es dona control i objectius a l'antagonista, visible a la **figura 14**, s'executen una sèrie de funcions segons l'input i l'output rebut en cada execució.

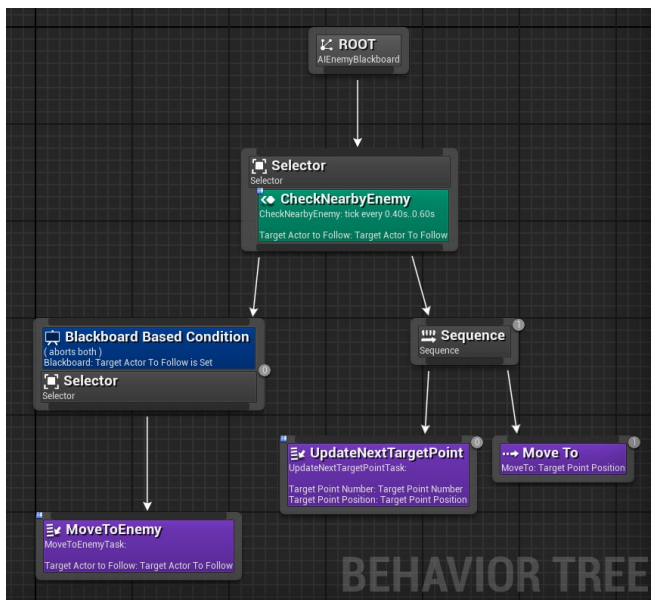


Figura 14. Arbre de comportament del Guardià.

Cada node de l'arbre està associat a un Blueprint implementat per dur a terme la funcionalitat desitjada. El més rellevant és el mètode de detecció del jugador en cas de ser-hi a prop, que implementa una esfera de detecció d'objectes entorn al Guardià amb un radi establert i detecta qualsevol actor dins d'aquesta. En cas de coincidir amb l'actor controlat pel jugador, es segueix per la branca esquerra de l'arbre de decisió que busca i executa un camí fins a l'objectiu, el personatge principal.

De no trobar el jugador, l'enemic segueix desplaçant-se fins al següent punt de destí (*Target Point*), i en arribar-hi l'actualitza al següent per executar un recorregut de patrulla entorn a la peça a recollir.

En tocar el jugador, el mata instantàniament i segueix amb la rutina de patrulla. Per altra banda, quan l'usuari compleix l'objectiu de retornar una peça a l'altar, l'actor Guardià es destrueix i n'apareix un de nou en un altre punt del mapa, amb major velocitat i patrullant una altra zona.

4.1.3 Interacció amb objectes

Per tal de recollir objectes, col·locar-los en determinades posicions, pulsar botons i obrir portes s'han utilitzat els events d'Unreal *OnActorBeginOverlap* i *OnActorEndOverlap*, que controlen el solapament o contacte entre actors. Utilitzant volums invisibles s'han implementat funcions al trepitjar-los que executin canvis o modificacions. Així s'aconsegueix, per exemple, que certes portes o trapes es tanquin en determinats moments.

En altres casos s'han utilitzat nodes *Gate* per, amb la combinació d'events, executar funcions. A la **figura 15** en veiem un exemple treballant amb el Level Blueprint.

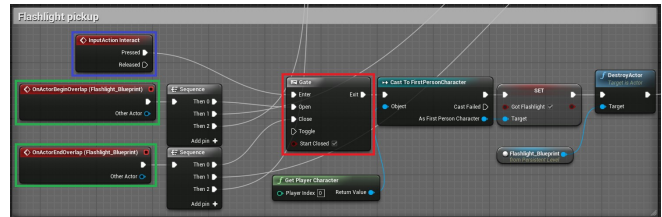


Figura 15. Mòdul de recollida de la llanterna.

El node emmarcat en vermell és la *Gate*, que s'obre o es tanca en funció dels events de color verd (*OnActorBeginOverlap(Flashlight_Blueprint)* i *OnActorEndOverlap(Flashlight_Blueprint)*). Malgrat això, l'event que determina si s'entra i s'executa la seqüència posterior a la *Gate* o no, és l'emmarcat en blau, *InputActionInteract*, assignat a la tecla E.

Així, en cas d'estar sobre el volum que ocupa l'actor *Flashlight_Blueprint* col·locat al mapa i en pressionar el botó d'interacció, s'executa la seqüència posterior, que consisteix en fer un *cast* al personatge controlat pel jugador, fet que ens dona accés a les seves variables, i modificar la variable booleana *GotFlashlight* a més de destruir seguidament l'actor *Flashlight_Blueprint* per fer-lo desaparèixer.

Per aquest objecte i per a tota la resta d'interactuables s'utilitza un text explicatiu i un outline que, de forma molt intuïtiva, indica al jugador la possibilitat d'interactuar amb l'objecte. Es pot veure l'efecte in-game a la **figura 16** per a la primera peça a recollir.

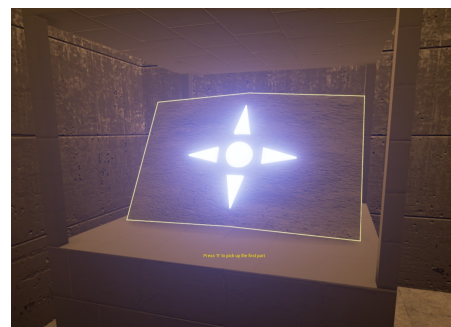


Figura 16. Indicadors d'interactuabilitat a la primera peça.

4.2 Input

En aquest mòdul s'han determinat quins inputs concrets produeixen un efecte en el joc. Per fer-ho, s'ha relacionat cada un dels controls exposats a l'apartat 2.5 amb

un event, de manera que el joc, al rebre qualsevol d'aquests inputs, executa l'event corresponent en cada cas, cosa que permet al mòdul d'IA controlar les accions conseqüents.

4.3 Model

Aquest mòdul controla la informació relacionada a cada element de joc, de manera que, per exemple, del Guardià n'emmagatzema informació referent a la seva localització, orientació, velocitat, etc. A més, permet utilitzar events com l'event hit[20], amb outputs tals com la localització del xoc entre actors, la referència a l'altre actor o la referència al component concret de l'altre actor que ha participat en la col·lisió.

L'estructura de dades corresponent a cada actor i a cadascun dels seus components (malla, càmera, sistemes de partícules i elements associats entre d'altres) pot ser utilitzada pel mòdul IA, per definir la lògica de joc en conseqüència, i pel mòdul de renderitzat explicat a continuació.

4.4 Renderitzat

Recollint informació del model i de la lògica del joc, aquest mòdul determina per cada fotograma i per cada píxel de pantalla quina informació mostrar. A més, rebent de la IA els sons a reproduir i del model la seva localització, permet fer ús de so 3D, orientant al jugador en tot moment dins el laberint.

4.5 GUI

En ocasions comptades aquest mòdul afegeix informació als fotogrames rebuts del renderitzat previ, com textos d'ajuda durant l'experiència, amb la funció que permet escriure textos al Blueprint HUD associat al jugador.

5 TESTING I RESULTATS

El testing és una de les fases més importants en el desenvolupament del software. És per això que s'han realitzat proves a nivell intern i a nivell extern, per tal de validar i garantir el bon funcionament del programari en condicions normals i també en condicions límit.

A nivell intern s'han executat:

- **Proves unitàries:** Cada element, des de models fins a actors, passant per les seves funcionalitats, s'han testejat per comprovar-ne el bon funcionament i aparença.

- **Proves d'integració:** Un cop validat cada element de forma independent, s'ha integrat al projecte i testejat en consecutives iteracions per tal de verificar que funcioni correctament, que interactuï com cal amb la resta d'elements i que no provoqui errors de cap mena.

- **Proves de sistema:** Finalment, de forma periòdica, s'han executat proves globals del sistema, avaluant totes les funcionalitats per tal de garantir que l'usuari pugui completar el joc de principi a fi, sense entrebancs.

Durant les últimes fases del desenvolupament del projecte s'han executat proves externes, és a dir, amb usuaris reals. Les primeres van ser amb una versió alfa del videojoc, sense presència d'enemic però sí amb tota la resta de funcionalitats actives.

Aquestes, van reflectir una sèrie de detalls a tenir en compte i errors a corregir, entre els quals figuren canvis climatològics massa sobtats, falta de referents per orientar-se i desconnexió per falta d'estímuls. A la vegada, van reafirmar aspectes positius com la sensació de pèrdua i d'inseguretat a l'entrar al laberint o el fàcil aprenentatge dels controls.

La segona versió jugable, considerada beta, comptava amb totes les funcionalitats necessàries per completar el joc i tots els elements esperats. Es pretenia trobar possibles errors puntuals i detalls a polir per millorar l'experiència.

L'execució d'aquestes proves va resultar enormement satisfactòria, doncs el feedback rebut dels jugadors va ser molt positiu. Petits detalls com la satisfacció al trobar cada peça, o la ràbia creixent contra l'incansable enemic i l'angoixa que experimentava l'usuari varen reflectir just el que es volia aconseguir.

Petits errors van poder ser detectats, com l'extremada dificultat per recollir la quarta peça per la seva localització, i la fallada de sistema de partícules de pluja al reapareixer el jugador després de morir.

Tots els errors detectats durant la fase de proves varen ser corregits satisfactòriament a excepció de dos errors coneguts i no resolubles en el temps de desenvolupament del projecte, doncs la seva solució requereix temps addicional no disponible:

- En menú de pausa, el valor del botó de fullscreen no concorda amb l'escollit prèviament al menú principal, fet que pot comportar haver de triar la opció a vegades més d'un cop.

- Recorrent el laberint, a vegades apareixen uns flaixos lluminosos de color blanc per manca de temps de càrrega de certes parets o les seves textures. Malgrat haver buscat i consultat en diferents grups i fòrums de desenvolupadors, no ha estat possible fins a dia d'avui resoldre aquest problema. Sí que es preveu corregir-lo de cara a la futures versions del joc.

Com a resultat del procés de desenvolupament s'ha obtingut un sistema de fitxers empaquetat amb un executable que permet jugar el videojoc.

La versió de test utilitzada ha sigut exportada des d'Unreal per Windows de 64 bits, malgrat que el joc pot ser exportat per Windows de 32 bits, Linux o iOS.

Per facilitar la compatibilitat amb ordinadors de diferent gama, al menú principal s'ha habilitat l'opció de canviar la resolució, fet que permet adaptar la qualitat gràfica segons les prestacions del sistema.

Per altra banda, es va obrir un compte a twitter[21] en el qual s'ha penjat gran part del procés de desenvolupament, i es pretén donar-li continuïtat de cara a una possible comercialització del videojoc.

També s'ha creat una fitxa a indieDB[22] per donar a conèixer el videojoc. Es preveu penjar-hi una versió de prova gratuïta en els pròxims mesos.

Finalment, és possible que es presenti a Steam Greenlight[23] perquè serveixi com a plataforma de distribució.

6 CONCLUSIONS I MILLORES

S'ha desenvolupat un videojoc d'aventura en primera persona. Havent definit els requeriments i objectius inicials, s'ha confeccionat la idea a dur a terme. Seguidament, s'ha desenvolupat tot l'art 3D necessari pel joc, i se n'ha implementat el gameplay fent ús d'Unreal Engine, incloent personatge principal, antagonista i desenvolupament d'entorn i elements de joc.

Un cop efectuades diverses proves amb persones externes es pot concloure que el videojoc ofereix una aventura en solitari entretinguda, captivadora, i a la vegada capaç de posar a l'usuari extremadament nerviós. Malgrat això, per completar-lo es requereix perseverança i un gran sentit de l'orientació, característiques que marquen els límits dels jugadors potencials.

Un cop finalitzat el projecte s'ha fet una avaluació global del progrés, execució i resultats obtinguts. A nivell personal crec que els objectius plantejats s'han acomplert satisfactòriament. A més, el nivell d'aprenentatge obtingut al llarg d'aquest projecte resulta ser impressionant, superior a les meves expectatives.

Com a millores del joc es contemplen:

- Millores visuals referents a l'art, com el disseny d'un model pel personatge principal (mans) amb animacions o detalls gràfics que aportin realisme a l'experiència. En el cas de les mans, animacions per sostenir objectes o interactuar amb l'entorn de joc suposarien una gran millora de l'experiència global.

- Implementació de nous elements de joc que aportin al jugador varietat i sensació de progrés, com podrien ser bateries per la llanterna perdudes pel laberint o power-ups.

- També es plantejarien una sèrie de nivells posteriors al presentat amb canvis molt significatius, com enemics diferents amb noves característiques, laberints canviants al llarg del temps o laberints amb varies plantes, és a dir, mecàniques completament noves que oferissin al jugador certa continuïtat en el joc alhora que evitessin una experiència repetitiva.

AGRAÏMENTS

Vull agrair al doctor Enric Martí l'acceptació en la direcció d'aquest projecte, així com la seva tasca de supervisió del mateix.

BIBLIOGRAFIA

- [1] La Información, Las cifras que mueven los videojuegos hacen temblar a la industria del cine. Internet: <http://blogs.lainformacion.com/zoomboomcrash/2015/01/12/las-cifras-que-mueven-los-videojuegos-hacen-temblar-a-la-industria-del-cine/> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [2] Bioshock. Internet: <http://downloads.2kgames.com/bioshock/site/es/bioshock.html> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [3] Kholat. Internet: <http://kholat.com/> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [4] Unreal Engine 4, Documentation. Internet: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/index.html> [data

- d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [5] Unreal Engine 4, Blueprints Visual Scripting. Internet: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Blueprints/index.html> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [6] Blender. Internet: <https://www.blender.org/> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [7] Audacity. Internet: <http://audacity.es/> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [8] Laberintos, tipologia. Internet: <http://laberintos.weebly.com/tipos-de-laberintos.html> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [9] Unreal Engine 4, Creating Landscapes. Internet: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Landscapes/Creation/index.html> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [10] Unreal Engine 4, Starter Content. Internet: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Content/Packs/index.html> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [11] Unreal Engine 4, Basic Level Design BSP. Internet: [https://wiki.unrealengine.com/Basic_Level_Design_BSP_\(Unreal_Tournament\)](https://wiki.unrealengine.com/Basic_Level_Design_BSP_(Unreal_Tournament)) [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [12] Nawrot, Unreal Engine Forums, Stairs3RD. Internet: <https://forums.unrealengine.com/archive/index.php/t-6023.html> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [13] Unreal Engine 4, Matinee and Cinematics. Internet: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Matinee/index.html> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [14] Unreal Engine 4, Cascade Particle Systems. Internet: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Rendering/ParticleSystems/index.html> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [15] Unreal Engine 4, Materials. Internet: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Rendering/Materials/index.html> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [16] Unreal Engine 4, Event tick. Internet: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Blueprints/UserGuide/Events/index.html#eventtick> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [17] Unreal Engine 4, Third Person. Internet: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Resources/Templates/ThirdPerson/index.html> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [18] AudioBlocks. Internet: <https://www.audioblocks.com/> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [19] Unreal Engine 4, Actors. Internet: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Programming/UnrealArchitecture/Actors/index.html> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [20] Unreal Engine 4, Event hit. Internet: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Blueprints/UserGuide/Events/index.html#eventhit> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [21] Twitter, SergiLedesmaDev. Internet: <https://twitter.com/SergiLedesmaDev> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [22] IndieDB, The Ancient Maze. Internet: <http://www.indiedb.com/games/the-ancient-maze> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]
- [23] Steam Greenlight. Internet: <https://steamcommunity.com/greenlight/> [data d'últim accés: 06 de Febrer de 2016]